

COMUNICADO TÉCNICO

Nº 22, dez/97, p.1-5

USO DE MICROCONTROLADORES E REALIDADE VIRTUAL NA AGRICULTURA

André Torre Neto¹
Paulo Estevão Cruvinel²

Os sistemas de aquisição automática de dados evoluíram consideravelmente nas últimas duas décadas, principalmente, devido aos avanços tecnológicos da eletrônica digital e ao advento dos microprocessadores. A tecnologia atual possibilita a construção de sistemas microcontrolados bastante eficientes e a baixos custos. Inúmeras são as áreas que se beneficiam com esses sistemas, tais como: as indústrias, a medicina, as pesquisas espaciais, a oceanografia e a agricultura, entre outras.

Na agricultura a aplicação mais notória, e talvez a pioneira da revolução digital na área agrícola, é a automação da medição de parâmetros agrometeorológicos, que passou de um processo manual rudimentar, com amostragens discretas e susceptível a diversos tipos de falhas, para um sistema de medida totalmente automatizado, que oferece o registro contínuo de dados com extrema confiabilidade. Desde então, os trabalhos que se utilizam do monitoramento automático de sensores no campo têm contribuído não somente para o aumento da produtividade, mas também para a melhoria da qualidade dos produtos agrícolas e para a preservação do meio ambiente. Em Howell et al (1984), estações climatológicas automatizadas fornecem dados para o controle de irrigação. O controle de pragas (Hubbard et al, 1983), previsão de geadas (Curry et al, 1981) e previsão de enchentes (Sargent, 1986) são outros exemplos de aplicações onde as estações climatológicas automatizadas estão presentes. Além dos dados climatológicos, parâmetros do solo, como umidade, salinidade, pH e temperatura e parâmetros das plantas, como crescimento, porcentagem de cobertura, taxa de fotossíntese e transpiração são alguns exemplos de dados adquiridos automaticamente para diversas finalidades. Em Grismer (1992), propôs-se um modelo conceitual de uma rede de sensores integrados para o sistema solo-planta-atmosfera. Esse modelo foi criado para atender à grande demanda de dados necessários ao desenvolvimento de sistemas especialistas e modelos integrativos que auxiliam o gerenciamento da produção agrícola. Em Cockerham & Ortega

^{1,2} Engo. Eletrônico, PhD, EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, Caixa Postal 741, 13560-970 São Carlos SP, e-mail: andre@cnpdia.embrapa.br & cruvinel@cnpdia.embrapa.br

CT/22, CNPDIA, dez/97, p.2

(1989), uma rede de onze estações de campo foram instaladas para monitorar o potencial mátrico de água no solo, temperatura, condições do vento e o nível de reservatórios de água, a fim de controlar um sistema de irrigação e também fazer a previsão de geadas em uma estação experimental. Nesse mesmo trabalho é proposta a instalação de sensores de segurança (detecção de portas, porteiros e janelas abertas), contadores de veículos e sensores para movimentação de insetos como integrantes da base de dados da estação experimental.

Nesses e muitos outros trabalhos, nota-se que a variedade e a quantidade de processos e informações analisados têm aumentado. Primeiramente, devido a novas aplicações e em segundo lugar pela observação da questão da variabilidade espacial e temporal, principalmente dos parâmetros de solo, que exige maior número de sensores. Assim, surgiram propostas para sistemas de aquisição de dados na área agrícola baseados em redes de sensores inteligentes interligados por meios de comunicação digital. Como resultado tem-se sistemas mais adequados e versáteis para o campo e para atender um grande número de sensores (Erasmus, 1986). Tais sistemas continuam em evolução, cobrindo maiores distâncias e atendendo um número maior de sensores com fluxo praticamente constante de dados (Torre-Neto et al, 1997).

Apesar da possibilidade de uma ampla rede de sensores, a aquisição de dados no campo deve estar aliada a estimativa de valores não amostrados. Tal procedimento é de fundamental importância para a análise de propriedades que variem de um local para outro com algum grau de organização ou continuidade, expresso através da dependência espacial. A estatística clássica nesse caso deve ser abandonada e dar lugar a geoestatística (Vieira et al, 1981). Também são necessárias ferramentas para avaliação e apresentação da variabilidade espacial. Os sistemas de informação geográfica (GIS) têm sido intensivamente empregados nessa tarefa (Assad & Sano, 1993). Adicionalmente, algumas pesquisas já vêm tratando a realidade virtual em conjunto com a visualização científica (Bowskill & Downie, 1995 e Gillian & Wood, 1995), buscando otimizar a interface com o usuário e expandir o potencial da visualização em tempo real. Assim, como metodologia de análise complementar ao GIS, está a geração em tempo real de um mundo virtual baseado em mapas de parâmetros agrícolas e ambientais e a utilização de ferramentas de visualização científica e realidade virtual para análise e interpretação dinâmica desses mapas.

Para implementar essas idéias está em andamento o projeto "Ambiente Virtual para Visualização Interativa Compartilhada", AVVIC, uma parceria entre a Universidade Federal de São Carlos, a Embrapa Instrumentação Agropecuária e a PUC-RS. Para geração dos mapas está sendo utilizado um sistema de aquisição de dados próprio para a área agrícola desenvolvido na Embrapa. A Figura 1 mostra esse sistema, que pode ser dividido em componentes de campo e componentes de laboratório. No campo os sensores são distribuídos em quadrículas e fornecem leituras simultâneas em tempo real. Os dados são transmitidos ao laboratório por um enlace de comunicação de dados via rádio. Um microcomputador PC recebe os dados e os armazena em tabelas. Um processo de geoestatística calcula valores não amostrados para gerar os mapas a partir das tabelas e da resolução estabelecida pelo usuário. Os mapas são disponibilizados em um banco de dados e acessados pelas ferramentas de visualização científica e realidade virtual através do programa WorldToolKit.

CT/22, CNPDIA, dez/97, p.3

As funções dos componentes de campo se resumem na aquisição simultânea dos dados de todos os sensores e a transmissão desses dados para os componentes de laboratório. O sistema de aquisição desenvolvido está baseado em sensores inteligentes interligados por comunicação digital multiponto. Essa forma de comunicação tem como grande vantagem para o campo a utilização de um único cabo, contra vários cabos (um para cada sensor) no caso de um sistema convencional com transmissão analógica. Outras vantagens do sistema digital são: a maior imunidade a ruídos (permitindo cabos mais longos); maior confiabilidade do sistema (a comunicação digital possibilita a detecção e recuperação de falhas de transmissão) e versatilidade de instalação e manutenção dos sensores (eles podem ser reconhecidos e calibrados automaticamente).

Como componentes de laboratório tem-se o computador mestre que executa funções de controle do processo de aquisição e armazenamento, como o estabelecimento do intervalo entre leituras, faixa de medida esperada e operabilidade de cada sensor. O sistema de aquisição desenvolvido tem capacidade de leitura para até 250 sensores e o cabo de ligação pode ter até 1200 m de comprimento. O intervalo entre leituras dos sensores é de 10 minutos. A Figura 2 mostra o perfil de distribuição da temperatura do solo obtida com o sistema.

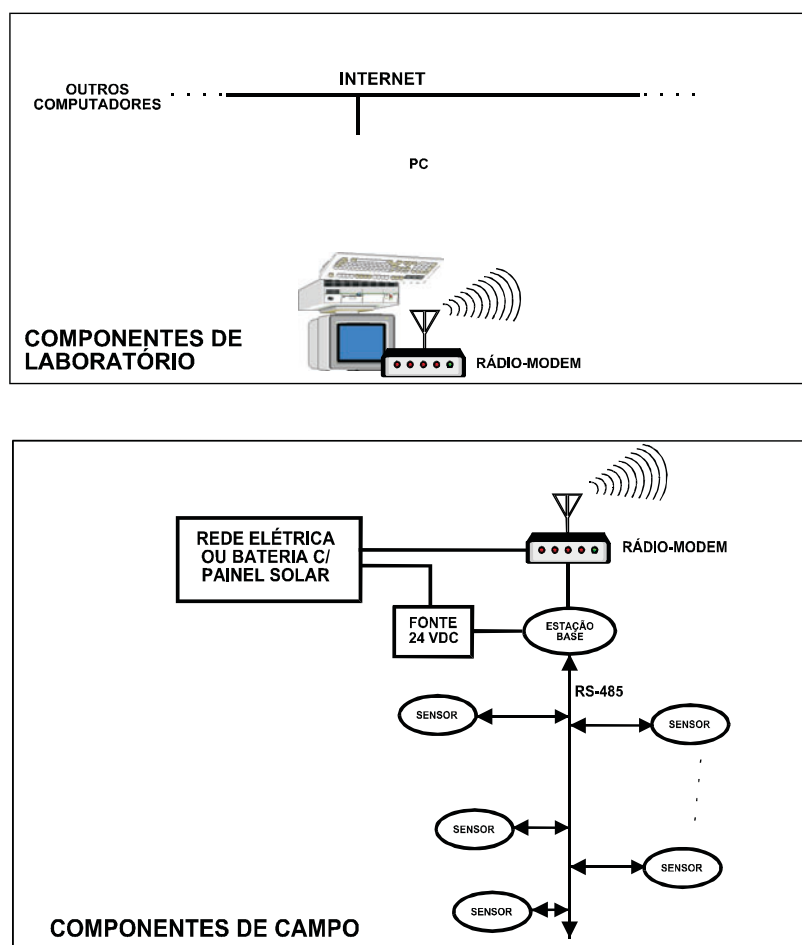


Figura 1 Diagrama geral do sistema de aquisição de dados para geração e visualização em tempo real de um mundo virtual baseado em parâmetros agrícolas e ambientais.

CT/22, CNPDIA, dez/97, p.4

O processamento geoestatístico e a interface com as ferramentas de visualização e realidade virtual estão sendo implementados. Esse assunto e a operação plena do sistema serão abordados oportunamente em outro comunicado.

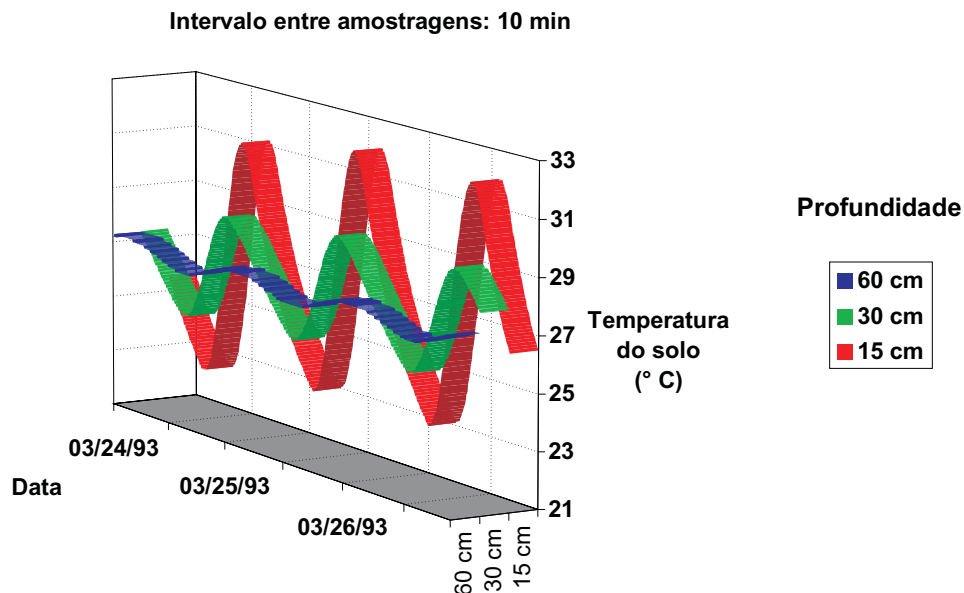


Figura 2 - Leituras de temperatura no solo, durante um período de três dias, com intervalo de 10 minutos entre amostragens.

Referências Bibliográficas

- ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistema de informação geográfica: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993.
- BOWSKILL, J.; DOWNIE, J. Extending the Capabilities of the Human Visual System: An Introduction to Enhanced Reality **ACM Computer Graphics**, v. 29, n.2, p. 61-65, May 1995.
- COCKERHAM, S.T.; ORTEGA, T.R. Remote data acquisition for agricultural experiment station management. **Applied Agricultural Research**, New York, v.4, n.2, p.144-147, 1989.
- CURRY, R.B.; KLINK, J.C.; HOLMAN, J.R.; SCIARINI, M.J. **Development of an automated weather station network in Ohio**. St. Joseph: ASAE, 1981. (ASAE Paper, 81-4502).
- ERADUS, J.W. Intelligent sensors in agriculture. In: **AGRI-MATION 2: proceedings of the conference and exposition**, Mar. 1986, Chicago, IL. St. Joseph: ASAE, 1986. p.45-52.
- GILLIAN, R.E.; WOOD, F. Visualization, Virtual Reality, and Animation Within the Data Flow Model of Computing. **ACM Computer Graphics**, v. 29, n. 2, p. 55-58, May 1995.
- GRISMER, M.E. Field sensor networks and automated monitoring of soil water sensors. **Soil Science**, Baltimore, v.154, n.6, p.482-489, Dec. 1992.
- HOWELL, T.A.; MEEK, D.W.; PHENE, C.J.; DAVIS, K.R.; MCCORMICK, R.L. Automated weather data collection for research on irrigation scheduling. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.27, n.2, p.386-391, 1984.

CT/22, CNPDIA, dez/97, p.5

- HUBBARD, K.G.; ROSENBERG, N.J.; NIELSEN, D. C. Automated weather data network for agriculture. **Journal of Water Resources Planning and Management**, New York, n.109, p.213-222, 1983.
- SARGENT, R.J. Telemetry for a flood prevention scheme. **Water Pollution Control**, Washington, v.85, n.2, p.153-159, 1986.
- SCHUELLER, J.K. A review and integrating analysis of spatially-variable control of crop production. **Fertilizer Research**, Amsterdam, v.33, p.1-34, Oct. 1992.
- TORRE NETO, A.; CRUVINEL, P.E.; SLAETS, J.F.W.; CRESTANA, S. Remote monitoring of environmental variables for modeling of pesticide transport in soil. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.13, n.1, p.115-122, 1997.
- VIEIRA, S.R.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Spatial Variability of field measured infiltration rate. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.45, p.1040-1048, 1981.
- WEBSTER, R.; OLIVER, M. A. **Statistical methods in soil and land resource survey**. Oxford: Oxford University Press, 1990.